

# DEUTSCHE BAUZEITUNG

## MITTEILUNGEN ÜBER

### ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

UNTER MITWIRKUNG \* DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-  
\* \* FABRIKANTEN \* UND \* DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS \* \*

VI JAHRGANG.

No. 2.

#### Ueber einige Wölb- und Kuppelbauwerke in Eisenbeton. (Fortsetzung).

(Kreuzkirche in Düsseldorf und Treppenhauerkuppel am Oberlandesgerichts-Neubau in Düsseldorf.)  
Von Dr.-Ing. Karl W. Mautner, Ob.-Ing. der Eisenbeton-Bauunternehmung Carl Brandt in Düsseldorf.



Wm kurzüber die die Vierungskonstruktion beanspruchenden gewaltigen Kräfte zu berichten, sei im Nachstehenden das Ergebnis der Kräfteermittlung mitgeteilt. Wir geben gleichzeitig in den Abbildungen 11 bis 13 die Einzelheiten der Konstruktion bei, sowie einen Einblick in die Vierung. Der 17<sup>m</sup> hohe Turmhelm

hat ein Gewicht einschließlich Schalung, Gespärre und Kupferdeckung von rd. 20 t. Das gesamte Gewicht des 10,5<sup>m</sup> hohen Mauerachteckes, das aus 2, 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> und 3 Stein starkem mit Sandstein verblendeten Mauerwerk besteht, beträgt 406 t. Das Gesamtgewicht der Glocken- und Turmgeschoßdecke beträgt 129 t. Dies ergibt von jedem Turmachteckpfeiler eine Last von  $555:8 = 69,4$  t. Hierzu kommen noch die Zusatzkräfte, herrührend vom Windangriff und den Glocken. Das Drehmoment im Scheitel der geneigten Bogen ist insgesamt 523,5<sup>mt</sup> und ergibt für die geneigten Bogen lotrechte Zusatzkräfte von  $\pm 17,8$  t bzw.  $\pm 7,42$  t. Für die Ebene des Scheitels der großen Gurtbogen ergeben sich als Drehmoment der wagrechten Kräfte 743<sup>mt</sup> und lotrechte Zusatzkräfte von  $\pm 25,2$  t und  $\pm 10,6$  t. Die geneigten Bogen erfahren somit eine Belastung von jedem Turmachteck-Pfeiler ungünstigsten Falles von  $69,4$  t +  $17,8$  t +  $15,6$  t = 102,8 t. (Die Last von 15,6 t rührt vom Übertragungssturz her.) Das Zugband im quadratischen Rahmen erfährt durch jeden Bogen eine Beanspruchung von 94,6 t. Durch die Schräglage der geneigten Bogen erfährt jede Seite des quadratischen Rahmens eine weitere Zugnormalkraft von 42 t. Durch die zu den Rahmenseiten normal gerichteten Schübe der geneigten Bogen von je 42 t (infolge der schrägen Lage der Bogen) erfährt die quadratische Rahmen-Konstruktion außerdem oben erwähnten Normal- (Zug) Kräf-

ten noch außerordentlich hohe Biegebungsbeanspruchungen. Das Eckmoment des Rahmens beträgt 86<sup>mt</sup>. Die einseitig angreifenden Wind- und Glocken-Kräfte ergeben insgesamt einen größten totalen Horizontalangriff von rd. 50 t. Diese werden durch 2 Rahmenseiten auf die Scheitel zweier gegenüberliegenden Gurtbogen übertragen. Hierbei erfahren gleichzeitig die Auflagerdrucke der geneigten Bogen Aenderungen durch die lotrechten Zusatzkräfte, welche Umstände bei der Berechnung der Gurtbogen als eingespannte elastische Bogenträger Berücksichtigung fanden.

Die Bauausführung war in Anbetracht der großen Höhen, bis zu welchen die Gurtbögen und die Kuppel aufsteigen, eine ziemlich schwierige. In der Höhe von 11,7<sup>m</sup>, d. i. in Kämpferhöhe der Gurtbogen, war eine durchgehende Plattform über einem Untergerüst geschaffen worden (Vergleiche Abbildung 14, die dieses Untergerüst noch erkennen läßt). Jeder Gurtbogen wurde mit 2 Bogenbindern mit radialen Streben und Mittelsäule eingerüstet. Zuerst wurden von der Vierung die Gurtbogen, die Pendentifs und deren Hinterstampfung bis einschließlich Zugring eingeschalt und

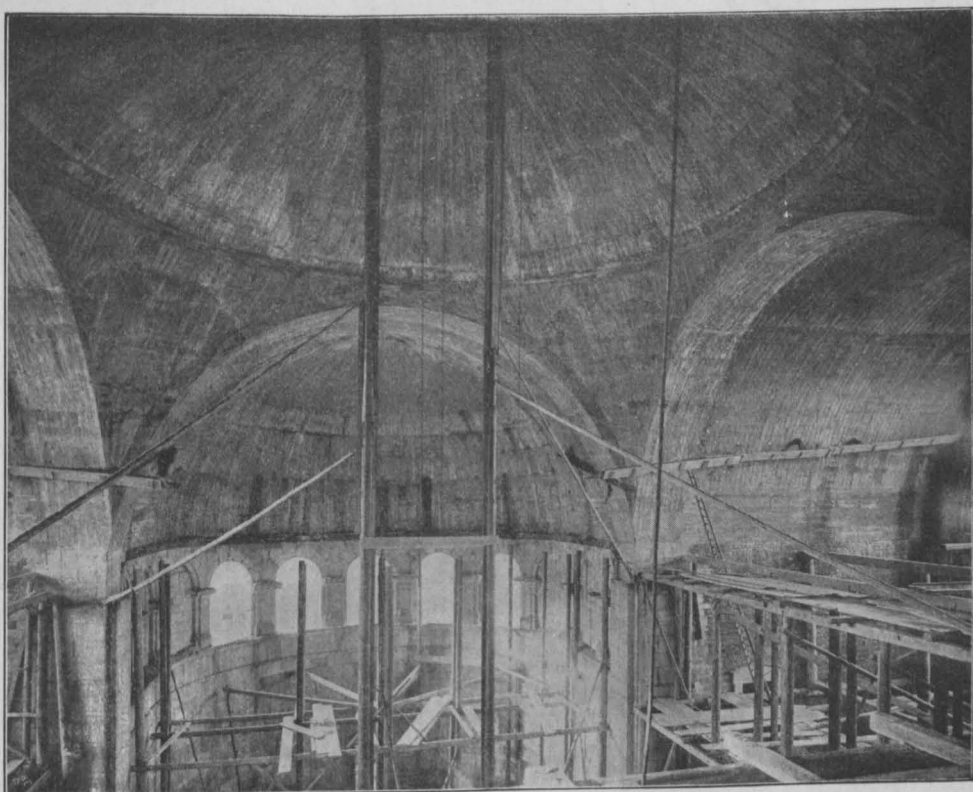


Abbildung 11. Blick in die Vierung und die Chornische nach der Ausschalung.

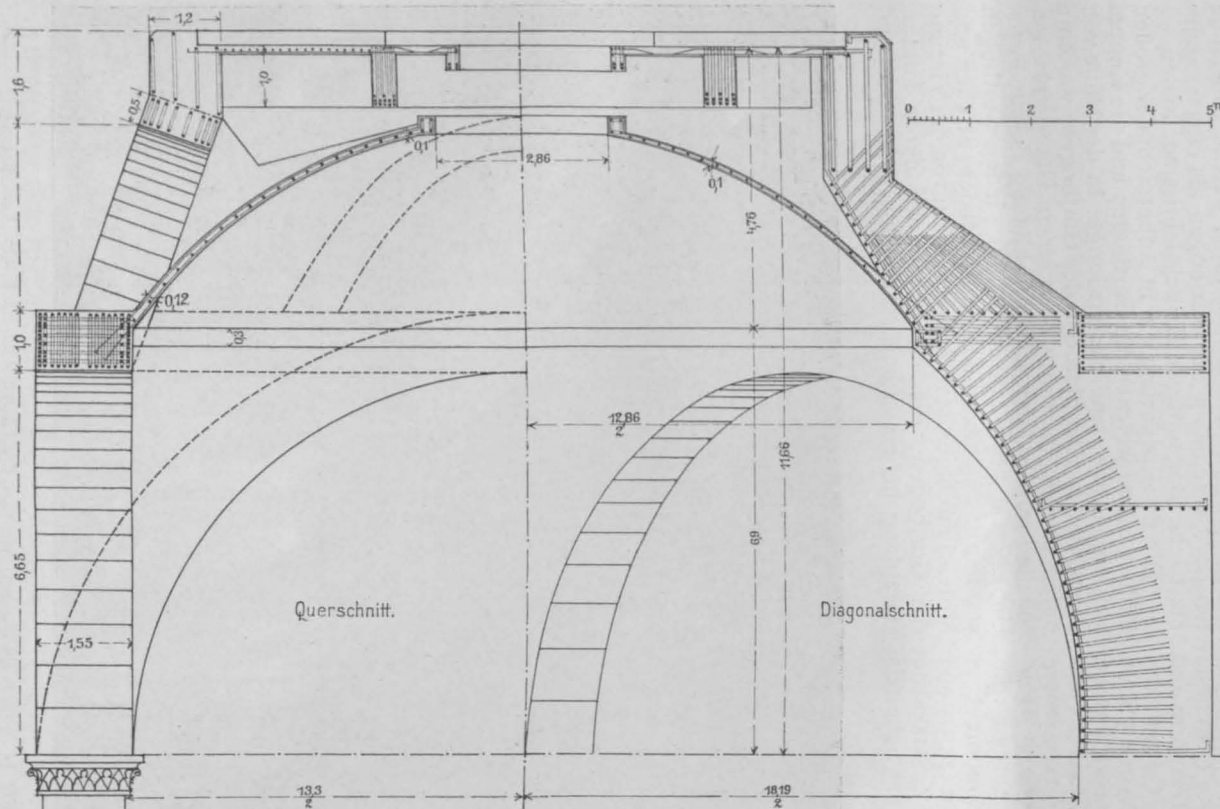


Abbildung 13. Halber Normalschnitt (links) und halber Diagonalschnitt durch die Vierungskuppel.  
Zu Abbildung 10. Eisen a im Aufriß parallele Viertelskreise von verschiedenem Halbmesser, Eisen b im Grundriß parallele Kreise.

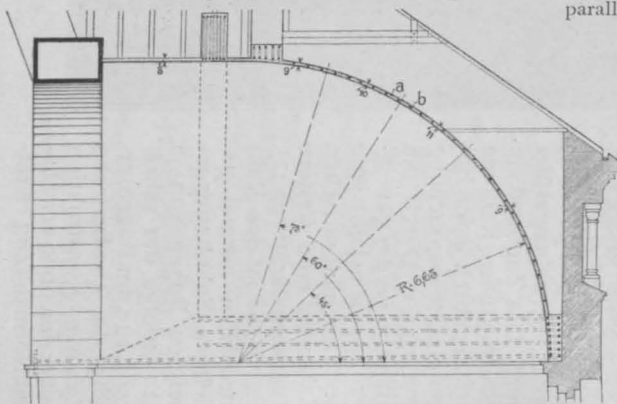


Abbildung 10. Längsschnitt durch die Apsiskuppel.

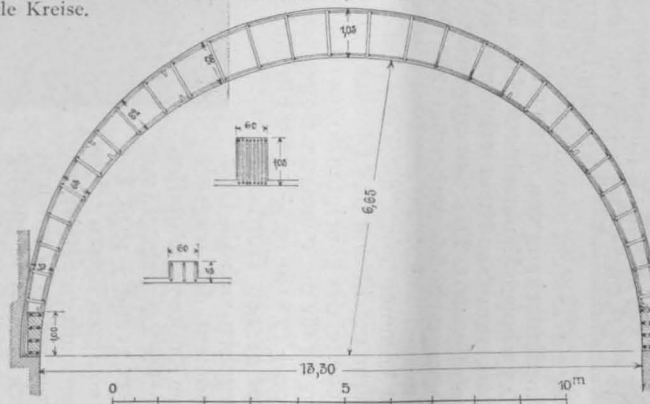


Abbildung 9. Bogen vor der Apsiskuppel.

Abbildg. 14. Konstruktion der Vierungs-Bögen und der geneigten Tragbögen des Turmes.

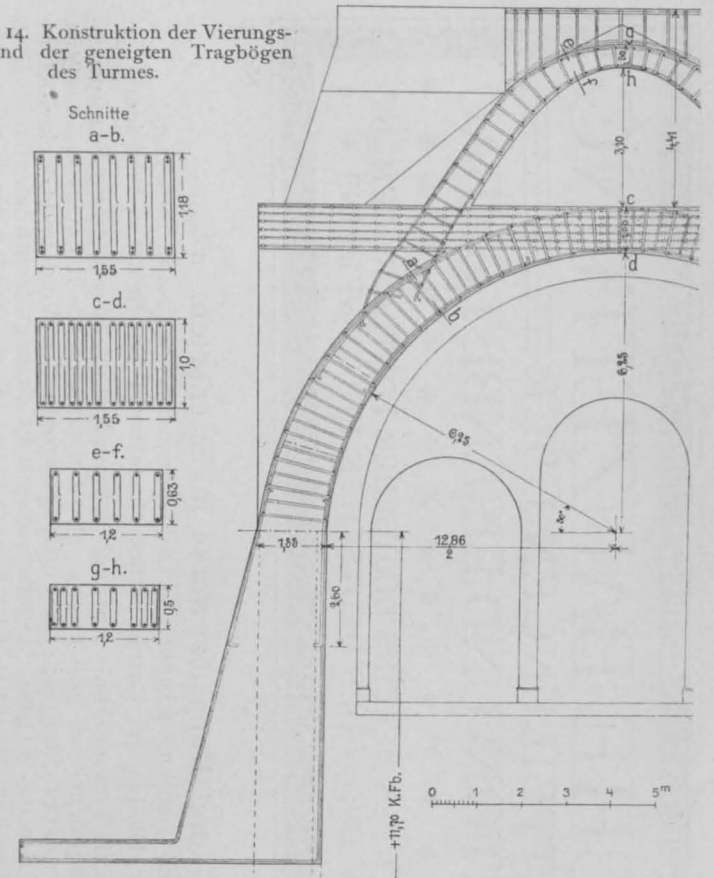
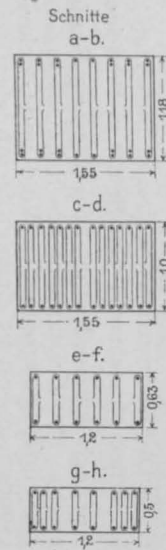


Abbildung 12. Horizontalschnitte über der Vierung.

alle Armierungen verlegt. Der Materialaufzug war in der Vierungsmittle aufgestellt und das Betonmaterial wurde mit immer höher gelegten Rutschen in die Schalung eingebracht. Nach Fertigstellung bis Oberkante-Rahmen wurde eine 14tägige Arbeitspause gemacht, während welcher die geneigten Bogen und Versteifungsplatten, die Kalotte und die Glockengeschoßdecke eingeschalt wurden. Die Rüstung der Glockengeschoßdecke war auf diejenige der Kalotte (16 radiale Binder) abgestützt, weshalb das Betonieren der Kalotte erst nach Ausschaltung der Glockengeschoßdecke erfolgte. — (Schluß folgt.)

### Flachgespanntes Gewölbe mit Widerlagerplatte.

Versuche, ausgeführt von Professor Max Möller in Braunschweig. (Fortsetzung statt Schluß.)

Die Spannweite der Versuchsbrücke, die in beistehender Abbildung 6 in Grundriß und Schnitten sowie in einem Belastungsschema für einfache Nutzlast dargestellt ist, beträgt an den Kämpfern gemessen 20 m, ihre Breite, 5 m. Sie hat als Modell einer Brücke von 40 m Spannweite bei hal-

begründet wird, eine verdoppelte Eigenlast. Diese ist an den Ziegelstapeln durch aufgelegte Papierstreifen hervorgerufen und in den Photographien auch zu erkennen. Die Belastung von 250 kg/qm wird zusammen durch eine Ziegelschicht und eine Flachsicht erreicht, wenn man zwei-

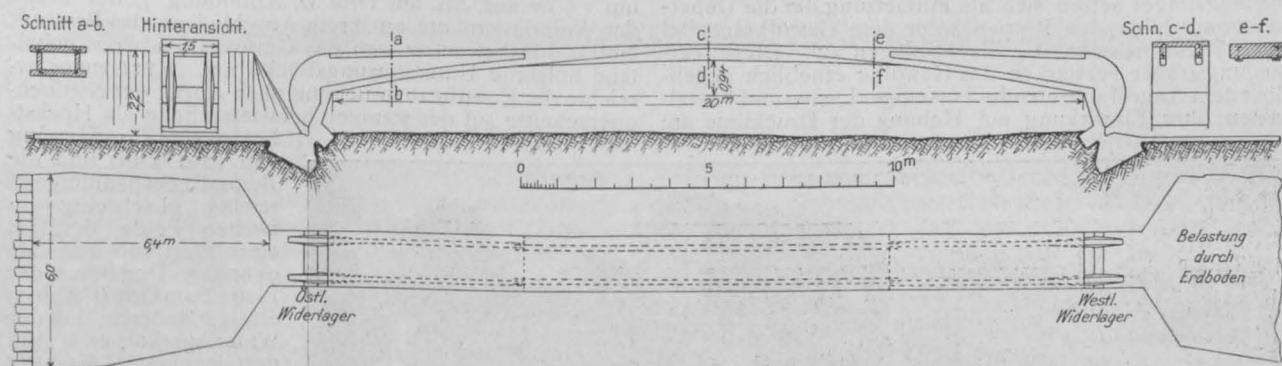
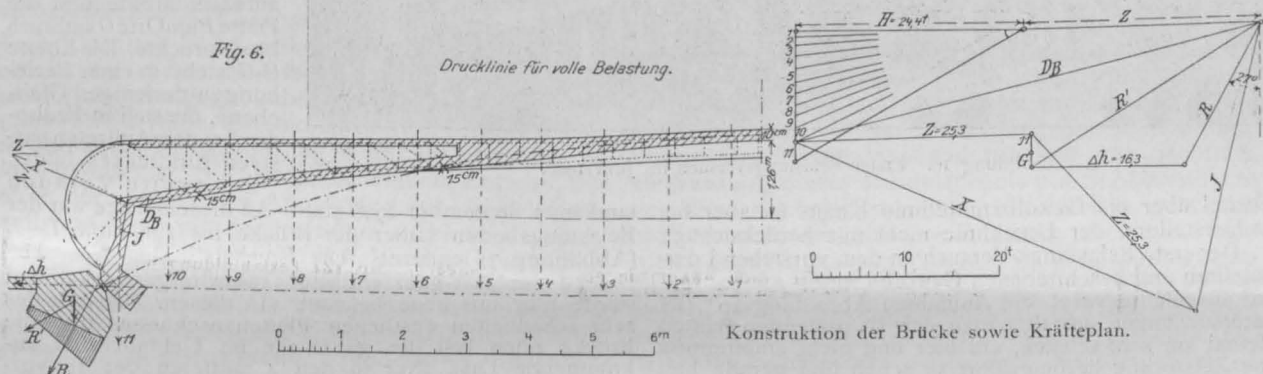
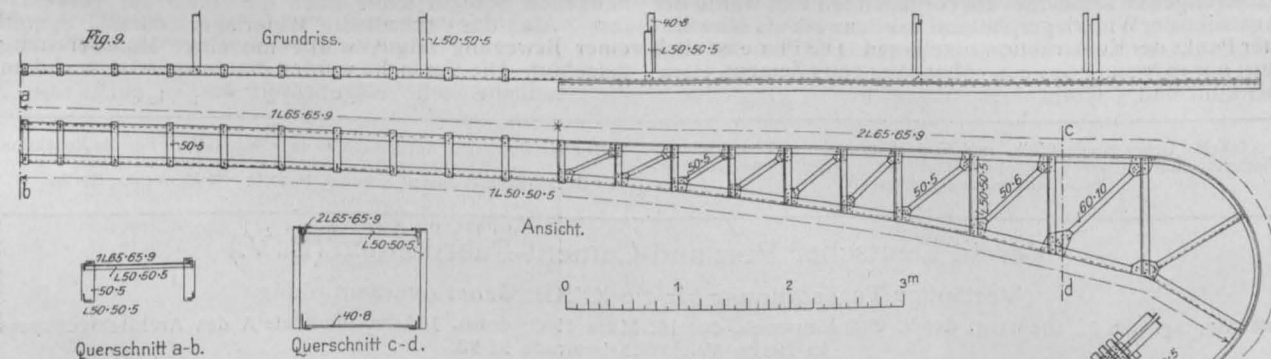


Fig. 6.

Drucklinie für volle Belastung.



Konstruktion der Brücke sowie Kräfteplan.



Querschnitt a-b.

Querschnitt c-d.

Eiseneinlagen der Bogenrippen.

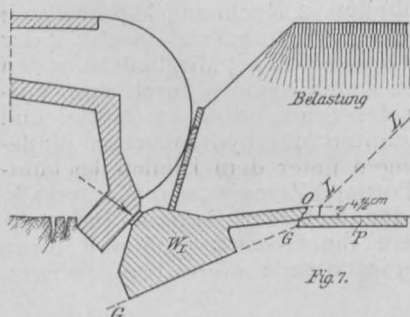


Fig. 7.

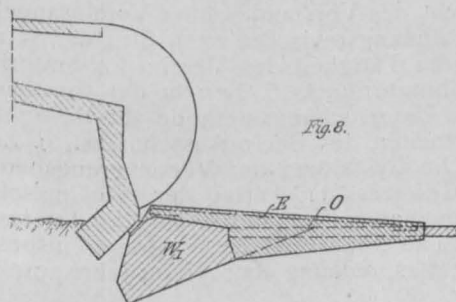


Fig. 8.

bem Maßstab hinsichtlich Spannweite wie Belastung solche Abmessungen erhalten, daß an ihr bei voller Belastung an der inneren Gewölbeleibung im ersten Felde am Kämpfer Kantenpressungen im Beton zum Meistbetrage von 46 kg/qcm und am Widerlager im kreisbogenförmig gebogenen Eisen nach Abzug der Nietlochquerschnitte Spannungen bis zu 1300 kg/qcm auftreten. Dabei ist der Berechnung eine Nutzlast von 250 kg/qm zugrunde gelegt worden und, wie später

Weise am Versuchsbau zugelassen. Der Untergrund besteht aus sandigem Lehm. Der Widerlagerteil, welcher das Auflager bildet, ist winzig klein; seine Gründung reicht nur 40—90 cm unter Gelände-Oberfläche hinab, wo der Boden noch durch die Einwirkung der Witterungseinflüsse aufgelockert ist. Schwere Gewitterregen waren zudem wenige Tage vor der Brücken-Ausrüstung niedergegangen; sie hatten die noch offenen Fundamentgruben mit Wasser gefüllt.



Im Gebrauchsfall würde man das Fundament hinreichend tief legen und zudem einen derartigen Boden nur mit 1—1,5 kg/qcm belasten. Am Versuchsbau erreichte aber die Boden-Kantenpressung bei voller Nutzlast einen Wert bis zu 3 und bei der Probebelastung sogar bis zu 5,1 kg/qcm.

Das Pfeilverhältnis des Bogens ist ungewöhnlich klein gewählt; es betrug nach der Ausrüstung für die innere

$$\text{Leibung } \frac{1,26}{20} = \frac{1}{15,9} \text{ oder für die Gewölbemittellinie } \frac{1,22}{20}$$

=  $\frac{1}{16,4}$  und ging bei den Versuchen bei eintretender Ueberlastung des Bauwerkes auf noch kleinere Werte, zuletzt bis auf 1:20 hinab.

Die Scheitelstärke des Gewölbes mißt 10 cm; gegen den Kämpfer hin nimmt dessen Stärke auf 15 cm zu. Zwei Versteifungsträger setzen sich als Fortsetzung der die Uebermauerung bildenden Rippen unter dem Gewölbescheitel fort. Diese nehmen die Eiseneinlagen auf. Diese Versteifungsträger verstärken das Gewölbe erheblich gegenüber dem Angriff auftretender einseitiger Lasten und Einzellasten; ihre Einwirkung auf Hebung der Drucklinie am

Der Bruch des Plattenanschlusses an das Bauwerk trat nun zunächst am westlichen Widerlager ein, als auf der rechten Brückenhälfte volle Nutzlast ruhte und auf der linken Brückenhälfte der 5,6fache Betrag an Nutzlast in den 3 Stapeln nächst dem Widerlager und der 6,3 und 7,6fache Betrag an Nutzlast in den 2 Stapeln nächst dem Gewölbescheitel aufgebracht worden war. Es lag den am Versuch beteiligten Herren daran zu erfahren, ob das Gewölbe eine große einseitige Belastung aufzunehmen vermöge. Das Gewölbe trug die volle Nutzlast auf ganzer Brückenfläche und außerdem einseitig noch 20000 kg. Für ein Bauwerk von 1,5 m Breite, welches nur für 250 kg/qm Nutzlast berechnet wurde, ist das ohne Frage ein gutes Ergebnis. Das Gewölbe würde allerdings noch erheblich mehr getragen haben, wenn das Widerlager Stand gehalten hätte; dieses und zwar das westliche Widerlager wich nun aber um 2,5 cm aus, als am Orte O, Abbildung 7, der Bruch der Widerlagerplatte an ihrem Anschluß an das Bauwerk eintrat. Dabei setzte sich das Gewölbe auf bereit gehaltene hölzerne Unterstützungsböcke auf. Kurz zuvor erreichte die Eisenbeanspruchung nach Abzug der Nietlochquerschnitte auf der weniger belasteten Seite als Höchst-

betrag eine Zugspannung von 2050 kg/qcm und die Betondruckspannung erreichte gleichzeitig im zweiten Felde daselbst einen Wert von mehr als 94 kg/qcm. Der Bruch der Platte Pam Orte O (Abb. 7) erfolgte dadurch, daß der Widerlagerkörper W1 auf der Gleitebene G-G schräg aufwärts strebte und die Platte Pam Orte O auf Bruch beanspruchte. Die Ebene G-G steht in einer Beziehung zu derjenigen Gleitebene, die sich in Erdboden bei dem Auftreten passiven Erddruckes bildet.

Der zweite Versuch fand am 7. September 1908 statt. An diesem Tage war der Belastungsboden hinter der Brücke bis zur Linie L-L (Abbildung 7) entfernt. Die Bruchstelle lag frei. Die Brücke war fast ganz entlastet, ruhte nirgends auf und wurde nun aus neue belastet. In diesem Zustande des sehr schadhafte westlichen Plattenanschlusses trug die Brücke noch fast die ganze ihr im Gebrauchsfall zukommende Last. Nur in den 4 mittleren der 10 vorhandenen Stapeln fehlte noch die Hälfte der Verkehrslast. Als das schadhafte Widerlager darauf Spuren einer Bewegung zeigte, wurde mit einer Mehrbelastung aufgehört. Die Versuche wurden erst fortgesetzt, nachdem die schadhafte Stelle ausgebessert war. — (Schluß folgt).

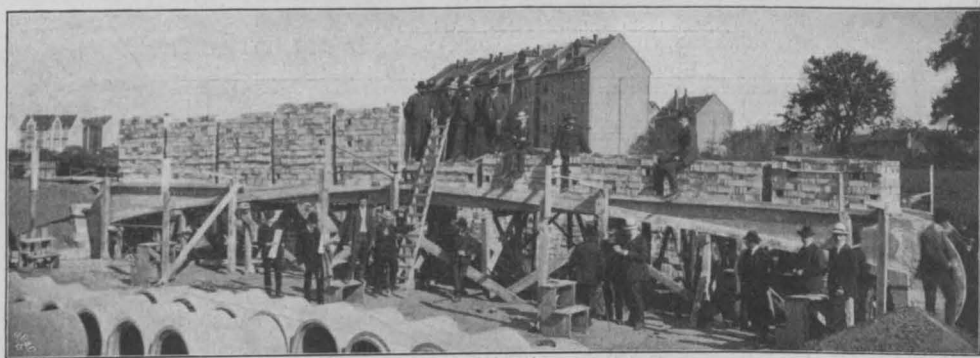


Abbildung 10. Erster Belastungsversuch im Juni 1908.

Scheitel über die Gewölbemittellinie hinaus ist aber bei der Darstellung der Drucklinie nicht mit berücksichtigt.

Der erste Belastungs-Versuch an dem vorstehend dargestellten und beschriebenen Gewölbe wurde am 27. Juni 1908 ausgeführt (vergl. die Aufnahme Abbildung 10. Bei Untersuchungen gestaltet man den zu prüfenden Bauteil allemal am schwächsten, um hier und nicht andersorts eine Zerstörung herbeigeführt zu sehen und gerade hier Erfahrungen zu sammeln. Im vorliegenden Fall wurde der Anschluß der Widerlagerplatte an das Bauwerk als schwächster Punkt der Konstruktion zugelassen. Die Platte ist auch dort nur 10 cm stark aus einer Mischung von 1 Zement, 5 Grubensand und 5 Grubenkies hergestellt.

Inhalt: Ueber einige Wölb- und Kuppelbauwerke in Eisenbeton. — Flachgespanntes Gewölbe mit Widerlagerplatte. — Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten (E. V.).

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.

## Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten (E. V.)

### Vorläufige Tagesordnung für die XXXII. Generalversammlung

am Montag, den 8., Dienstag, den 9. und Mittwoch, den 10. März 1909, vorm. 10 Uhr, im Saale A des Architektenhauses in Berlin W., Wilhelmstraße 92/93.

1. und 2. Tag, 1. Bericht des Vorstandes über Vereinsangelegenheiten. 2. Rechnungslegung durch den Kassierer. 3. Wahl der Rechnungsrevisoren nach § 12 der Satzungen. 4. Vorstandswahl nach § 4 der Satzungen. 5. a) Bericht über die Tätigkeit des Vereins-Laboratoriums. b) Wahl von 3 Mitgliedern in den Verwaltungsrat des Vereins-Laboratoriums. 6. Bericht der verschiedenen Kommissionen durch ihre Vorsitzenden. 7. Besprechung der Untersuchungsmethode zur Bestimmung des Bindemittels im Mörtel und Beton. 8. Bericht über die Arbeiten des Beton-Ausschusses. 9. Zur Kenntnis der hydraulischen Bindemittel III. 10. Vortrag über: Die Gestaltung der Versicherungsbedingungen unter dem Einfluß des künftigen Versicherungs-Vertrags-Gesetzes. 11. Antrag der Wicking'schen Portland-Zement- und Wasserkalkwerke Recklinghausen: Stellungnahme zur Vertretung der Interessen der deutschen Zement-Industrie. 12. Antrag derselben Fabrik: Die Feuerversicherungsfrage, insbesondere die Gründung einer Reform-Versicherungs-Gesellschaft. 13. Besprechung über die im Jahre 1910 zu veranstaltende zweite Ton-, Zement- und Kalk-Industrie-Ausstellung.

3. Tag. 14. Neueste Ausführungen von Rotieröfen und Zerkleinerungs-Apparaten. 15. Vortrag über Schutzvorrichtungen für Gesundheit und Leben der Arbeiter in der Zement-Industrie. 16. Ueber Neuerungen in der Aufbereitung und Mahlung von Zementen. 17. Vortrag des Hrn. Dr. Bruhn, Charlottenburg: Wann verdient beim Drehofenbetrieb die trockene, wann die nasse Aufbereitung den Vorzug?

Anmeldungen von Vorträgen und etwaige Anträge auf Ergänzung oder Aenderung der Tagesordnung bitten wir, bis spätestens Ende Januar 1909 an den Unterzeichneten zu richten.

Der Vorstand des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten (E. V.): Dr. Müller, Vorsitzender.